

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)[First Hit](#)☐ Generate Collection

L2: Entry 1 of 1

File: JPAB

Nov 21, 2003

PUB-NO: JP02003332874A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003332874 A

TITLE: SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER, BALANCED CIRCUIT, AND COMMUNICATION APPARATUS

PUBN-DATE: November 21, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NAKAMURA, HIROYUKI

ONISHI, KEIJI

INOUE, TAKASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

APPL-NO: JP2003056654

APPL-DATE: March 4, 2003

PRIORITY-DATA: 2002JP-060343 (March 6, 2002)

INT-CL (IPC): H03 H 9/145; H03 H 9/64

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To dissolve a problem that sufficient balanced characteristics cannot be obtained for a surface acoustic wave filter.

SOLUTION: The surface acoustic wave filter includes: a piezoelectric substrate 200; IDT electrodes 210 which are formed on the piezoelectric substrate 200, and are connected to balanced terminals 261-262; IDT electrodes 220, 230 which are formed on the piezoelectric substrate 200, and are connected to an unbalanced terminal 271; connection electrodes 281-282, 291 of connecting the IDT electrodes 210, the IDT electrodes 220, 230 to the balance type terminals 261-262 or the unbalanced terminal 271; and a dielectric thin film 201 formed between the piezoelectric substrate 200 and the IDT electrodes, 210, the IDT electrodes 220, 230, and the connection electrodes 281-282, and 291.

COPYRIGHT: (C) 2004, JPO

[Previous Doc](#)[Next Doc](#)[Go to Doc#](#)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-332874

(P2003-332874A)

(43)公開日 平成15年11月21日(2003. 11. 21)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
H 0 3 H 9/145		H 0 3 H 9/145	C 5 J 0 9 7
9/64		9/64	A
			Z

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願2003-56654(P2003-56654)
(22)出願日 平成15年3月4日(2003. 3. 4)
(31)優先権主張番号 特願2002-60343(P2002-60343)
(32)優先日 平成14年3月6日(2002. 3. 6)
(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72)発明者 中村 弘幸
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72)発明者 大西 慶治
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(74)代理人 100092794
弁理士 松田 正道

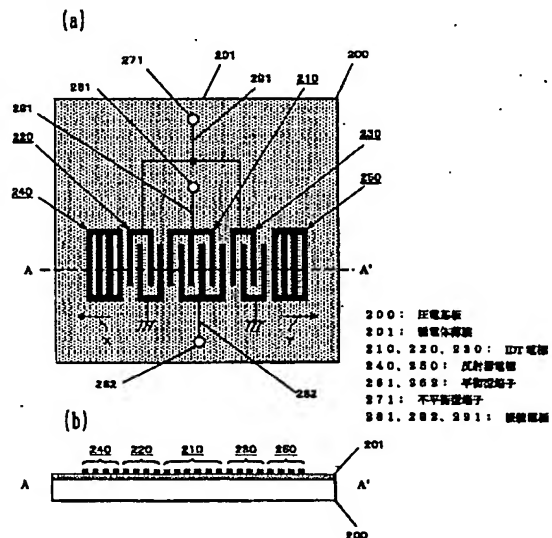
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 弾性表面波フィルタ、平衡型回路、および通信装置

(57)【要約】

【課題】 弾性表面波フィルタにおいて十分なバランス特性を得ることができなかった。

【解決手段】 圧電基板200と、圧電基板200上に形成された、平衡型端子261～262に接続されるIDT電極210と、圧電基板200上に形成された、不平衡型端子271に接続されるIDT電極220、230と、IDT電極210、IDT電極220、230をそれぞれ平衡型端子261～262または不平衡型端子271に接続するための接続電極281～282、291と、IDT電極210、IDT電極220、230、接続電極281～282、291と圧電基板200との間に形成された誘電体薄膜201とを備えた弾性表面波フィルタである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の圧電基板と、前記圧電基板上に形成された、平衡型端子に接続される第一のIDT電極と、前記圧電基板上に形成された、平衡型端子または不平衡型端子に接続される第二のIDT電極と、前記第一のIDT電極、第二のIDT電極をそれぞれ前記平衡型端子または前記不平衡型端子に接続するための接続電極と、前記第一のIDT電極、第二のIDT電極、接続電極の内の少なくとも一つと前記圧電基板との間に形成された誘電体薄膜とを備えた弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 前記接続電極は、前記第一のIDT電極を前記平衡型端子に接続するための第一の接続電極と、前記第二のIDT電極を前記平衡型端子または前記不平衡型端子に接続するための第二の接続電極とであって、前記誘電体薄膜は、(a)前記第一のIDT電極と前記第二のIDT電極との間に発生する容量、(b)前記第一のIDT電極と前記第二の接続電極との間に発生する容量、(c)前記第一の接続電極と前記第二のIDT電極との間に発生する容量、および(d)前記第一の接続電極と前記第二の接続電極との間に発生する容量の内の少なくとも一つがより抑制されるように形成されている請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項3】 前記誘電体薄膜は、前記圧電基板上に面形状に形成されており、前記第一のIDT電極、第二のIDT電極、接続電極は、前記面形状に形成された誘電体薄膜の上に形成されている請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項4】 前記誘電体薄膜は、前記第一のIDT電極、第二のIDT電極と前記圧電基板との間には形成されているが、前記接続電極と前記圧電基板との間には形成されていない請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項5】 前記誘電体薄膜は、前記接続電極と前記圧電基板との間には形成されているが、前記第一のIDT電極、第二のIDT電極と前記圧電基板との間には形成されていない請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項6】 前記第一のIDT電極、第二のIDT電極、接続電極の内の少なくとも一つの上に形成された被覆誘電体薄膜を備えた請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項7】 前記第一のIDT電極、第二のIDT電極は、前記圧電基板上を伝搬すべき弾性表面波の主伝搬方向に沿って配置されている請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項8】 前記第一のIDT電極とは、前記主伝搬方向に沿って前記第二のIDT電極の両側にそれぞれ配置された二つのIDT電極である請求項7記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項9】 前記第二のIDT電極とは、前記主伝搬方向に沿って前記第一のIDT電極の両側にそれぞれ配置された二つのIDT電極である請求項7記載の弾性表

面波フィルタ。

【請求項10】 前記配置されている第一のIDT電極、第二のIDT電極がその間に配置される二つの反射器電極をさらに備えた請求項7記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項11】 前記第二のIDT電極は、不平衡型端子に接続される請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項12】 前記誘電体薄膜は、窒化珪素または酸化珪素を利用して構成されている請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項13】 前記圧電基板は、タンタル酸リチウムまたはニオブ酸リチウムを利用して構成されている請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項14】 前記誘電体薄膜の実効比誘電率は前記圧電基板の実効比誘電率よりも小さい請求項1記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項15】 前記誘電体薄膜は、圧電性を有する請求項14記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項16】 前記圧電基板の実効比誘電率は40以上である請求項14記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項17】 送信に利用されるべき送信信号および/または受信に利用されるべき受信信号に対して所定の処理を行うための平衡型半導体と、前記平衡型半導体に接続された、前記送信に利用されるべき送信信号および/または前記受信に利用されるべき受信信号に対してフィルタリングを行う請求項1記載の弾性表面波フィルタとを備えた平衡型回路。

【請求項18】 送信および/または受信を行う送信・受信手段と、前記送信に利用されるべき送信信号および/または前記受信に利用されるべき受信信号に対してフィルタリングを行う請求項1記載の弾性表面波フィルタとを備えた通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、たとえば無線通信機器における高周波回路などに使用される、弾性表面波フィルタ、平衡型回路、および通信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、移動体通信の発展にともない、使用される部品の高性能化および小型化が要望されている。さらに、このような部品の対雑音特性の良好化を目的として、IC(integrated circuit, 集積回路)などの半導体部品の平衡化が進み、RF(radio frequency, 無線周波数)段に使用されるフィルタにおいても平衡化が要求されている。

【0003】さて、移動体通信機器などのRF段のフィルタとしては、弾性表面波(SAW, surface acoustic wave)フィルタが広く利用され

10

20

30

40

50

ている。特に、縦モード型の弾性表面波フィルタは、上述のような平衡化が容易に実現できる平衡型端子を有するRF段のフィルタであって、低ロス、高減衰、および良好なバランス特性が期待されている。

【0004】ここで、図17(a)～(b)を参照しながら、そのような従来の弾性表面波フィルタの構成について説明する。なお、図17(a)は従来の弾性表面波フィルタの平面図であり、図17(b)は従来の弾性表面波フィルタのA-A'断面図である。

【0005】従来の弾性表面波フィルタは、図17(a)に示されているように、圧電基板100と、圧電基板100上に形成された、平衡型端子161～162に接続されるIDT(inter-digital transducer)電極110と、圧電基板100上に形成された、不平衡型端子171に接続されるIDT電極120と、圧電基板100上に形成された、不平衡型端子171に接続されるIDT電極130と、IDT電極110を平衡型端子161に接続するための接続電極181と、IDT電極110を平衡型端子162に接続するための接続電極182と、IDT電極120、130を不平衡型端子171に接続するための接続電極191と、反射器電極140、150とを備えた縦モード型の弾性表面波フィルタである。

【0006】つぎに、従来の弾性表面波フィルタの構成についてより詳しく説明する。

【0007】圧電基板100は、40以上の実効比誘電率を有するタンタル酸リチウム(LiTaO_3)で構成され、板形状に形成された基板である。なお、実効比誘電率は、比誘電率テンソル ϵ_{11}^T 、 ϵ_{33}^T を用いて $(\epsilon_{11}^T \times \epsilon_{33}^T)^{1/2}$ と定義される。

【0008】IDT電極110は、圧電基板100上に形成された(図17(b)参照)櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極110の上部バスバー部分は接続電極181によって平衡型端子161に接続されており、IDT電極110の下部バスバー部分は接続電極182によって平衡型端子162に接続されている。

【0009】IDT電極120は、IDT電極110と類似した構成を有しており、圧電基板100上に形成された(図17(b)参照)櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極120の上部バスバー部分は接続電極191によって不平衡型端子171に接続されており、IDT電極120の下部バスバー部分は接地されている。

【0010】IDT電極130は、IDT電極120と類似した構成を有しており、圧電基板100上に形成された(図17(b)参照)櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ

合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極130の上部バスバー部分は接続電極191によって不平衡型端子171に接続されており、IDT電極130の下部バスバー部分は接地されている。

【0011】反射器電極140は、圧電基板100上に形成された(図17(b)参照)櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。反射器電極140は、矢印Xの方向に伝搬してくる弾性表面波をA側に漏洩させずに反射するよう設計されている。

【0012】反射器電極150は、圧電基板100上に形成された(図17(b)参照)櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。反射器電極150は、矢印Yの方向に伝搬してくる弾性表面波をA'側に漏洩させずに反射するよう設計されている。

【0013】つぎに、上述した従来の弾性表面波フィルタの動作について説明する。

【0014】以下では、平衡型端子161、162が入力端子であり、不平衡型端子171が出力端子である場合について説明する(不平衡型端子171が入力端子であって平衡型端子161、162が出力端子である場合についても、同様である)。

【0015】入力電気信号が平衡型端子161、162から入力されると、圧電基板100上に弾性表面波が励起される。励起された弾性表面波は、反射器電極140と反射器電極150との間に閉じ込められる。縦モード型の弾性表面波フィルタにおいては、このようにして生じた共振モードを利用してフィルタリングが行われ、出力電気信号が不平衡型端子171から取り出される。

【0016】ここで、図18(a)～(c)を参照しながら、900MHz帯の通過帯域内における、従来の弾性表面波フィルタのバランス特性について説明する。なお、図18(a)は従来の弾性表面波フィルタの周波数と通過特性との関係の説明図であり、図18(b)は従来の弾性表面波フィルタの周波数と振幅バランス特性との関係の説明図であり、図18(c)は従来の弾性表面波フィルタの周波数と位相バランス特性との関係の説明図である。

【0017】図18(b)～(c)において、f1は最小ロスから2dB下がった点における低域側周波数であり、f2は同じく最小ロスから2dB下がった点における高域側周波数であり、f0はf1とf2の中心周波数である。

【0018】従来の弾性表面波フィルタの振幅バランス特性は、平衡型端子161と不平衡型端子171との間の信号の振幅と、平衡型端子162と不平衡型端子171との間の信号の振幅とのずれである。したがって、このずれがゼロとなったときには、振幅バランス特性の劣化はなく、最も理想的である。

【0019】また、従来の弾性表面波フィルタの位相バランス特性は、平衡型端子161と不平衡型端子171との間の信号の位相と、平衡型端子162と不平衡型端子171との間の信号の位相との差の180度からのずれである。したがって、このずれがゼロとなったときには、位相バランス特性の劣化はなく、最も理想的である。

【0020】なお、不平衡型端子に接続されるIDT電極と圧電基板との間に形成された誘電体薄膜を備えた弾性表面波フィルタがある（たとえば、特許文献1～3参

照）。ただし、このような弾性表面波フィルタは平衡型

端子に接続されるIDT電極を備えておらず、誘電体薄

膜は周波数の調整や可溶性の圧電基板の保護に利用され

ている。

【0021】

【特許文献1】特開昭52-30360号公報

【特許文献2】特開昭52-30361号公報

【特許文献3】特開平11-88101号公報

【0022】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の弾性表面波フィルタの振幅バランス特性は、通過帯域 $f_1 \leq f \leq f_2$ において、最小値-1.7dBおよび最大値+1.0dBを有し、2.7dBにもおよぶ変動幅を有する（図18（b）参照）。また、従来の弾性表面波フィルタの位相バランス特性は、通過帯域 $f_1 \leq f \leq f_2$ において、最小値-8degおよび最大値+9degを有し、17degにもおよぶ変動幅を有する（図18（c）参照）。

【0023】このように、従来の弾性表面波フィルタにおいては、十分に良好なバランス特性を得ることができ

ない（図18（a）～（c）参照）。
【0024】なお、このような従来の弾性表面波フィルタのバランス特性が劣化してしまう原因に関しては、ほとんど議論されていない。

【0025】本発明は、上記従来のこのような課題を考慮し、より良好なバランス特性を得ることができる弾性表面波フィルタ、平衡型回路、および通信装置を提供することを目的とするものである。

【0026】

【課題を解決するための手段】第1の本発明は、所定の圧電基板（200）と、前記圧電基板（200）上に形成された、平衡型端子に接続される第一のIDT電極（210）と、前記圧電基板（200）上に形成された、平衡型端子または不平衡型端子に接続される第二のIDT電極（220、230）と、前記第一のIDT電極（210）、第二のIDT電極（220、230）をそれぞれ前記平衡型端子または前記不平衡型端子に接続するための接続電極（281～282、291）と、前記第一のIDT電極（210）、第二のIDT電極（220、230）、接続電極（281～282、291）

の内の少なくとも一つと前記圧電基板（200）との間に形成された誘電体薄膜（201）とを備えた弾性表面波フィルタである。

【0027】第2の本発明は、前記接続電極（281～282、291）は、前記第一のIDT電極（210）を前記平衡型端子に接続するための第一の接続電極（281～282）と、前記第二のIDT電極（220、230）を前記平衡型端子または前記不平衡型端子に接続するための第二の接続電極（291）とであって、前記誘電体薄膜（201）は、（a）前記第一のIDT電極（210）と前記第二のIDT電極（220、230）との間に発生する容量、（b）前記第一のIDT電極（210）と前記第二の接続電極（291）との間に発生する容量、（c）前記第一の接続電極（281～282）と前記第二のIDT電極（220、230）との間に発生する容量、および（d）前記第一の接続電極（281～282）と前記第二の接続電極（291）との間に発生する容量の内の少なくとも一つがより抑制されるように形成されている第1の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0028】第3の本発明は、前記誘電体薄膜（201）は、前記圧電基板（200）上に面形状に形成されており、前記第一のIDT電極（210）、第二のIDT電極（220、230）、接続電極（281～282、291）は、前記面形状に形成された誘電体薄膜（201）の上に形成されている第1の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0029】第4の本発明は、前記誘電体薄膜（203、図10参照）は、前記第一のIDT電極（210）、第二のIDT電極（220、230）と前記圧電基板（200）との間には形成されているが、前記接続電極（281～282、291）と前記圧電基板（200）との間には形成されていない第1の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0030】第5の本発明は、前記誘電体薄膜（204、図11参照）は、前記接続電極（283～284、292）と前記圧電基板（200）との間には形成されているが、前記第一のIDT電極（210）、第二のIDT電極（220、230）と前記圧電基板（200）との間には形成されていない第1の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0031】第6の本発明は、前記第一のIDT電極（210）、第二のIDT電極（220、230）、接続電極（281～282、291）の内の少なくとも一つの上に形成された被覆誘電体薄膜（206、図12参照）を備えた第1の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0032】第7の本発明は、前記第一のIDT電極（210）、第二のIDT電極（220、230）は、前記圧電基板（200）上を伝搬すべき弾性表面波の主

伝搬方向に沿って配置されている第1の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0033】第8の本発明は、前記第一のIDT電極(210)とは、前記主伝搬方向に沿って前記第二のIDT電極(220、230)の両側にそれぞれ配置された二つのIDT電極である第7の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0034】第9の本発明は、前記第二のIDT電極(220、230)とは、前記主伝搬方向に沿って前記第一のIDT電極(210)の両側にそれぞれ配置された二つのIDT電極である第7の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0035】第10の本発明は、前記配置されている第一のIDT電極(210)、第二のIDT電極(220、230)がその間に配置される二つの反射器電極(240、250)をさらに備えた第7の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0036】第11の本発明は、前記第二のIDT電極(220、230)は、不平衡型端子に接続される第1の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0037】第12の本発明は、前記誘電体薄膜(201)は、窒化珪素または酸化珪素を利用して構成されている第1の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0038】第13の本発明は、前記圧電基板(200)は、タンタル酸リチウムまたはニオブ酸リチウムを利用して構成されている第1の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0039】第14の本発明は、前記誘電体薄膜(201)の実効比誘電率は前記圧電基板(200)の実効比誘電率よりも小さい第1の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0040】第15の本発明は、前記誘電体薄膜(201)は、圧電性を有する第14の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0041】第16の本発明は、前記圧電基板(200)の実効比誘電率は40以上である第14の本発明の弾性表面波フィルタである。

【0042】第17の本発明は、送信に利用されるべき送信信号および/または受信に利用されるべき受信信号に対して所定の処理を行うための平衡型半導体(1002、1007、図16参照)と、前記平衡型半導体(1002、1007、図16参照)に接続された、前記送信に利用されるべき送信信号および/または前記受信に利用されるべき受信信号に対してフィルタリングを行う第1の本発明の弾性表面波フィルタ(1003、1006)とを備えた平衡型回路である。

【0043】第18の本発明は、送信および/または受信を行う送信・受信手段(1001、1008、図16参照)と、前記送信に利用されるべき送信信号および/または前記受信に利用されるべき受信信号に対してフィ

ルタリングを行う第1の本発明の弾性表面波フィルタ(1003、1006)とを備えた通信装置である。

【0044】

【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかる実施の形態について、図面を参照しつつ説明を行う。

【0045】(実施の形態1)はじめに、図1(a)～(b)を参照しながら、本実施の形態の弾性表面波フィルタの構成について説明する。なお、図1(a)は本発明にかかる実施の形態1の弾性表面波フィルタの平面図であり、図1(b)は本発明にかかる実施の形態1の弾性表面波フィルタのA-A'断面図である。

【0046】本実施の形態の弾性表面波フィルタのバランス特性は上述した従来の弾性表面波フィルタのバランス特性と比較して良好であるが、その原因の理論的な考察などに関しては後に詳述する。

【0047】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図1(a)～(b)に示されているように、圧電基板200と、平衡型端子261～262に接続されるIDT(inter-digital transducer)電極210と、不平衡型端子271に接続されるIDT電極220と、不平衡型端子271に接続されるIDT電極230と、IDT電極210を平衡型端子261に接続するための接続電極281と、IDT電極210を平衡型端子262に接続するための接続電極282と、IDT電極220、230を不平衡型端子271に接続するための接続電極291と、IDT電極210、220、230、接続電極281～282、291と圧電基板200との間に面形状に形成された誘電体薄膜201と、反射器電極240、250とを備えた縦モード型の弾性表面波フィルタである。

【0048】なお、圧電基板200は本発明の圧電基板に対応し、IDT電極210は本発明の第一のIDT電極に対応し、IDT電極220、230は本発明の第二のIDT電極に対応し、接続電極281～282は本発明の第一の接続電極に対応し、接続電極291は本発明の第二の接続電極に対応し、誘電体薄膜201は本発明の誘電体薄膜に対応し、反射器電極240、250は本発明の反射器電極に対応する。また、平衡型端子261～262は本発明の平衡型端子に対応し、不平衡型端子271は本発明の不平衡型端子に対応する。

【0049】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、IDT電極210、220、230、接続電極281～282、291と圧電基板200との間に面形状に形成された誘電体薄膜201を備えた構成を有する点を特徴としている。

【0050】圧電基板200は、40以上の実効比誘電率を有するタンタル酸リチウムで構成され、板形状に形成された基板である。

【0051】誘電体薄膜201は、ほぼ10程度の実効比誘電率を有する窒化珪素で構成され、圧電基板200

上に面形状に形成された(図1(b)参照)膜厚は200Åの薄膜である。誘電体薄膜201の膜厚(=h)を弾性表面波の波長(=λ)で規格化した規格化膜厚(=h/λ)は、およそ0.5%である。誘電体薄膜201は、スパッタ法を利用して形成されている。

【0052】IDT電極210は、誘電体薄膜201の上に形成された(図1(b)参照)櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極210の上部バスバー部分は接続電極281によって平衡型端子261に接続されており、IDT電極210の下部バスバー部分は接続電極282によって平衡型端子262に接続されている。

【0053】IDT電極220は、IDT電極210と類似した構成を有しており、誘電体薄膜201の上に形成された(図1(b)参照)櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極220の上部バスバー部分は接続電極291によって不平衡型端子271に接続されており、IDT電極220の下部バスバー部分は接地されている。

【0054】IDT電極230は、IDT電極220と類似した構成を有しており、誘電体薄膜201の上に形成された(図1(b)参照)櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極230の上部バスバー部分は接続電極291によって不平衡型端子271に接続されており、IDT電極230の下部バスバー部分は接地されている。

【0055】接続電極281~282、291は、誘電体薄膜201の上に形成された電氣的接続を与えるための電極である。

【0056】反射器電極240は、誘電体薄膜201の上に形成された(図1(b)参照)櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。反射器電極240は、矢印Xの方向に伝搬してくる弾性表面波をA側に漏洩させずに反射するよう設計されている。

【0057】反射器電極250は、誘電体薄膜201の上に形成された(図1(b)参照)櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。反射器電極250は、矢印Yの方向に伝搬してくる弾性表面波をA'側に漏洩させずに反射するよう設計されている。

【0058】平衡型端子261~262は、たとえば増幅器などの平衡型の機器(図示省略)に対する接続を行うために利用される端子である。

【0059】不平衡型端子271は、たとえばスイッチなどの不平衡型の機器(図示省略)に対する接続を行うために利用される端子である。

【0060】つぎに、本実施の形態の弾性表面波フィルタの動作について説明する。

【0061】以下では、平衡型端子261、262が入力端子であり、不平衡型端子271が出力端子である場合について説明する(不平衡型端子271が入力端子であって平衡型端子261、262が出力端子である場合についても、同様である)。

【0062】入力電気信号が平衡型端子261、262から入力されると、圧電基板200上に弾性表面波が励起される。励起された弾性表面波は、反射器電極240と反射器電極250との間に閉じ込められる。縦モード型の弾性表面波フィルタにおいては、このようにして生じた共振モードを利用してフィルタリングが行われ、出力電気信号が不平衡型端子271から取り出される。

【0063】ここで、図2(a)~(c)を参照しながら、900MHz帯の通過帯域内における、本実施の形態の弾性表面波フィルタのバランス特性について説明する。なお、図2(a)は本発明にかかる実施の形態1の弾性表面波フィルタの周波数と通過特性との関係の説明図であり、図2(b)は本発明にかかる実施の形態1の弾性表面波フィルタの周波数と振幅バランス特性との関係の説明図であり、図2(c)は本発明にかかる実施の形態1の弾性表面波フィルタの周波数と位相バランス特性との関係の説明図である。

【0064】図2(b)~(c)において、上述した従来の弾性表面波フィルタの場合と同様、f1は最小ロスから2dB下がった点における低域側周波数であり、f2は同じく最小ロスから2dB下がった点における高域側周波数であり、f0はf1とf2の中心周波数である。

【0065】本実施の形態の弾性表面波フィルタの振幅バランス特性は、通過帯域 $f1 \leq f \leq f2$ において、最小値-1.7dBおよび最大値+0.8dBを有し、2.5dBの変動幅しか有しない(図2(b)参照)。より具体的には、たとえば本実施の形態の弾性表面波フィルタの振幅バランス特性の変動幅は、従来の弾性表面波フィルタの振幅バランス特性の変動幅(図18(b)参照)より0.2dBも小さい。

【0066】また、本実施の形態の弾性表面波フィルタの位相バランス特性は、通過帯域 $f1 \leq f \leq f2$ において、最小値-5degおよび最大値+9degを有し、14degの変動幅しか有しない(図2(c)参照)。より具体的には、たとえば本実施の形態の弾性表面波フィルタの位相バランス特性の変動幅は、従来の弾性表面波フィルタの位相バランス特性の変動幅(図18(c)参照)より3degも小さい。

【0067】このように、本実施の形態の弾性表面波フィルタのバランス特性は、上述した従来の弾性表面波フィルタのバランス特性(図18(a)~(c)参照)と比較して良好である。

【0068】本実施の形態の弾性表面波フィルタの通過特性(図2(a)参照)は、上述した従来の弾性表面波フィルタのバランス特性(図18(a)参照)と比較して同等であるから、通過特性を劣化させることなく、バランス特性が改善できているといえる。

【0069】つぎに、本実施の形態の弾性表面波フィルタのバランス特性が上述した従来の弾性表面波フィルタのバランス特性と比較してかなり良好であるが、良好である原因の理論的な考察を詳細に行う。

【0070】まず、本発明者は、電極相互間に寄生容量が発生するために弾性表面波フィルタのバランス特性が劣化してしまうのではないかと予想してみた。

【0071】より具体的に述べると、本発明者は、図3に示されているように、従来の弾性表面波フィルタにおいては接続電極181と接続電極191との間に寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} が発生するために、そのバランス特性が劣化しているのではないかと予想した。なお、図3は、本発明にかかる実施の形態1の、寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の発生を仮定した弾性表面波フィルタの平面図である。

【0072】そして、本発明者は、寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}=0.1\text{pF}$ である場合について、寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の発生を仮定した弾性表面波フィルタに関する理論的なシミュレーションを行い、図4(a)～(b)に示されているようなシミュレーション結果を得た。なお、図4(a)は本発明にかかる実施の形態1の、寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の発生を仮定した弾性表面波フィルタの周波数と振幅バランス特性との関係の説明図(寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}=0.1\text{pF}$ である場合)であり、図4(b)は本発明にかかる実施の形態1の、寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の発生を仮定した弾性表面波フィルタの周波数と位相バランス特性との関係の説明図(寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}=0.1\text{pF}$ である場合)である。

【0073】寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の発生を仮定した弾性表面波フィルタの周波数と振幅バランス特性との関係は、図4(a)に示されているように、従来の弾性表面波フィルタの周波数と振幅バランス特性との関係(図18(b)参照)の極めて良好な近似となっている。また、寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の発生を仮定した弾性表面波フィルタの周波数と位相バランス特性との関係は、図4(b)に示されているように、従来の弾性表面波フィルタの周波数と位相バランス特性との関係(図18(c)参照)の極めて良好な近似となっている。

【0074】よって、従来の弾性表面波フィルタにおいては電極相互間に寄生容量が発生してしまうために弾性表面波フィルタのバランス特性が劣化してしまうという上述の予想は、極めて的確であると考えられる。

【0075】また、IDT電極110とIDT電極120、130との間や、接続電極181と接続電極191

との間の電極相互間に発生する寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} (図3参照)が、バランス特性劣化原因として支配的であることが、明らかとなった。

【0076】つぎに、本発明者は、このような寄生容量が増大するにしたがって弾性表面波フィルタのバランス特性は劣化するのではないかと予想してみた。

【0077】そして、本発明者は、寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}$ が0.1、0.2、0.3、0.4pFである場合について、寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の発生を仮定した弾性表面波フィルタに関する理論的なシミュレーションを行い、図5(a)～(b)に示されているようなシミュレーション結果を得た。なお、図5(a)は本発明にかかる実施の形態1の、寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}$ と振幅バランス特性の最大値および最小値との関係の説明図であり、図5(b)は本発明にかかる実施の形態1の、寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}$ と位相バランス特性の最大値および最小値との関係の説明図である。

【0078】寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}$ と振幅バランス特性の最大値および最小値との関係は、図5(a)に示されているように、寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}$ が増大するにしたがって最大値は増加し最小値は減少するものである。また、寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}$ と位相バランス特性の最大値および最小値との関係は、図5(b)に示されているように、寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}$ が増大するにしたがって最大値は増加し最小値は減少するものである。

【0079】よって、寄生容量が増大するにしたがって弾性表面波フィルタのバランス特性は劣化するという上述の予想は、極めて的確であると考えられる。

【0080】つぎに、本発明者は、寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} を小さく抑圧して弾性表面波フィルタのバランス特性を良好させるためには、IDT電極や接続電極と圧電基板との間に誘電体薄膜を形成すればよいのではないかと予想してみた。

【0081】そこで、本発明者は、図19に示されているように電極E1、E2と基板Sとの間に薄膜Fが形成された場合における電極E1と電極E2との間に発生する寄生容量を、つぎのように考えた。なお、図19は、本発明にかかる実施の形態1の、電極E1、E2と基板Sとの間に薄膜Fが形成された場合の寄生容量の説明図である。

【0082】すなわち、電極E1と電極E2との間に形成される容量は、(1)薄膜Fによる容量 C_{f1} と基板Sによる容量 C_s と薄膜Fによる容量 C_{f2} との直列容量と、(2)薄膜Fによる容量 C_{f3} と、(3)空気部分Aによる容量 C_a との合成容量

【0083】

【数1】

$$(C_{f1}^{-1} + C_s^{-1} + C_{f2}^{-1})^{-1} + C_{f3} + C_a$$

で近似することができる。なお、電極E1、E2の上にある空気部分Aは、自由空間と考えている。

【0084】また、本発明者は、図20に示されているように電極E1、E2と基板Sとの間に薄膜Fが形成されない場合における電極E1と電極E2との間に発生する寄生容量を、つぎのように考えた。なお、図20は、本発明にかかる実施の形態1の、電極E1、E2と基板Sとの間に薄膜Fが形成されない場合の寄生容量の説明図である。

【0085】すなわち、電極E1と電極E2との間に形成される容量は、(1)基板Sによる容量Csと、

(2)空気部分Aによる容量Caとの合成容量

【0086】

【数2】 $C_s + C_a$

で近似することができる。

【0087】したがって、

【0088】

【数3】

$(C_f1^{-1} + C_s^{-1} + C_f2^{-1})^{-1} + C_f3 < C_s$

が満足されるように薄膜Fの誘電率や厚みを選ぶことにより、電極E1、E2と基板Sとの間に薄膜Fが形成された場合における電極E1と電極E2との間に形成される容量を、電極E1、E2と基板Sとの間に薄膜Fが形成されない場合における電極E1と電極E2との間に形成される容量よりも小さくすることができる。

【0089】よって、上述の寄生容量Cp1、Cp2を小さく抑圧して弾性表面波フィルタのバランス特性を良好化させるためには、IDT電極や接続電極と圧電基板との間に誘電体薄膜を形成すればよいという上述の予想は、極めて的確であると考えられる。

【0090】もちろん、誘電体薄膜の誘電率が小さいほど、上述の寄生容量Cp1=Cp2は小さく抑圧されるから(数1参照)、弾性表面波フィルタのバランス特性が良好化する。よって、水晶などの低誘電率物質ではなくタンタル酸リチウムなどの高誘電率物質を利用して圧電基板を構成した場合にも、より小さい誘電率を有する誘電体薄膜を利用することにより、バランス特性を改善することができる。なお、薄膜Fの膜厚は、圧電基板Sの結合係数をも考慮し、対応すべき周波数帯域におけるフィルタ特性が良好となるように選び、近時の周波数帯域化に対応する必要がある。

【0091】本発明者は、上述した理論的な考察を実験的に裏付けるために、図6(a)～(b)に示されているようなIDT電極210'、接続電極281'と圧電基板200'との間に誘電体薄膜201'が形成された(ただし、誘電体薄膜201'の膜厚が0Åである場合には誘電体薄膜201'が形成されていない)共振器の容量特性を調べたところ、図7に示されているような容量特性を得た。なお、図6(a)は本発明にかかる実施の形態1の共振器の平面図であり、図6(b)は本発明にかかる実施の形態1の共振器のA-A'断面図である。また、図7は本発明にかかる実施の形態1の共振器

の膜厚と規格化容量との関係の説明図である。

【0092】かくして誘電体薄膜を形成することで容量を低減し、バランス特性を改善できることが、実験的にも裏付けられた。

【0093】なお、規格化膜厚は、本実施の形態においては、およそ0.5%であったが、これ以外であってもよい。

【0094】(実施の形態2)はじめに、図8～9を参照しながら、本実施の形態の弾性表面波フィルタの構成について説明する。なお、図8は本発明にかかる実施の形態2の弾性表面波フィルタの平面図である。また、図9は本発明にかかる実施の形態2の弾性表面波フィルタの部分拡大断面図である。

【0095】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図8～9に示されているように、圧電基板200と、平衡型端子261～262に接続されるIDT電極210と、不平衡型端子271に接続されるIDT電極220と、不平衡型端子271に接続されるIDT電極230と、IDT電極210を平衡型端子261に接続するための接続電極281と、IDT電極210を平衡型端子262に接続するための接続電極282と、IDT電極220、230を不平衡型端子271に接続するための接続電極291と、IDT電極210、220、230、接続電極281～282、291と圧電基板200との間に面形状に形成された誘電体薄膜202と、反射器電極240、250とを備えた縦モード型の弾性表面波フィルタである。

【0096】なお、誘電体薄膜202は本発明の誘電体薄膜に対応する。

【0097】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタ(図1(a)～(b)参照)と類似した構成を有している。

【0098】ただし、本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図9に示されているように、たとえばIDT電極210の電極指間Pなど、IDT電極210、220、230、接続電極281～282、291の下にはない部分がこれらをエッチングする際にオーバーエッチングされた誘電体薄膜202を備えた構成を有する点を特徴としている。

【0099】誘電体薄膜202は、ほぼ10程度の実効比誘電率を有する窒化珪素で構成され、圧電基板200上に面形状に形成された(図9参照)薄膜である。誘電体薄膜202は、スパッタ法を利用して形成されている。

【0100】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと同様な動作を行う。

【0101】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと同様、従来の弾性表面波フィルタと比較してより良好なバランス特

性を有する。

【0102】(実施の形態3)はじめに、図10(a)～(b)を参照しながら、本実施の形態の弾性表面波フィルタの構成について説明する。なお、図10(a)は本発明にかかる実施の形態3の弾性表面波フィルタの平面図であり、図10(b)は本発明にかかる実施の形態3の弾性表面波フィルタのA-A'断面図である。

【0103】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図10(a)～(b)に示されているように、圧電基板200と、平衡型端子261～262に接続されるIDT電極210と、不平衡型端子271に接続されるIDT電極220と、不平衡型端子271に接続されるIDT電極230と、IDT電極210を平衡型端子261に接続するための接続電極281と、IDT電極210を平衡型端子262に接続するための接続電極282と、IDT電極220、230を不平衡型端子271に接続するための接続電極291と、IDT電極210、220、230と圧電基板200との間に形成された誘電体薄膜203と、反射器電極240、250とを備えた縦モード型の弾性表面波フィルタである。

【0104】なお、誘電体薄膜203は本発明の誘電体薄膜に対応する。本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタ(図1(a)～(b)参照)と類似した構成を有している。

【0105】ただし、本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図10(b)に示されているように、たとえばIDT電極210の電極指間Pなど、IDT電極210、220、230の下にはない部分には形成されず、IDT電極210、220、230の下にある部分にのみ形成された誘電体薄膜203を備えた構成を有する点と

特徴としている。【0106】誘電体薄膜203は、ほぼ10程度の実効比誘電率を有する窒化珪素で構成され、圧電基板200上に形成された(図10(b)参照)薄膜である。誘電体薄膜203は、スパッタ法を利用して形成されている。

【0107】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと同様な動作を行う。

【0108】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、IDT電極210、220、230などの下にある部分に誘電体薄膜204が形成されていることでIDT電極210、220、230による容量成分が低減されており、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと同様、良好なバランス特性を有する。

【0109】(実施の形態4)はじめに、図11(a)～(b)を参照しながら、本実施の形態の弾性表面波フィルタの構成について説明する。なお、図11(a)は本発明にかかる実施の形態4の弾性表面波フィルタの平面図であり、図11(b)は本発明にかかる実施の形態

4の弾性表面波フィルタのA-A'断面図である。

【0110】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図11(b)に示されているように、圧電基板200と、平衡型端子パッド電極263～264に接続されるIDT電極210と、不平衡型端子パッド電極272に接続されるIDT電極220と、不平衡型端子パッド電極272に接続されるIDT電極230と、IDT電極210を平衡型端子パッド電極263に接続するための接続電極283と、IDT電極210を平衡型端子パッド電極264に接続するための接続電極284と、IDT電極220、230を不平衡型端子パッド電極272に接続するための接続電極292と、接続電極283～284、292と圧電基板200との間に形成された誘電体薄膜204と、反射器電極240、250とを備えた縦モード型の弾性表面波フィルタである。

【0111】なお、接続電極283～284は本発明の第一の接続電極に対応し、接続電極292は本発明の第二の接続電極に対応し、誘電体薄膜204は本発明の誘電体薄膜に対応する。また、平衡型端子パッド電極263～264は本発明の平衡型端子に対応し、不平衡型端子パッド電極272は本発明の不平衡型端子に対応する。

【0112】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタ(図1(a)～(b)参照)と類似した構成を有している。

【0113】ただし、本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図11(a)～(b)に示されているように、IDT電極210、220、230などの下にある部分には形成されず、接続電極283～284、292の下にある部分にのみ形成された誘電体薄膜204を備えた構成を有する点と特徴としている。

【0114】誘電体薄膜204は、ほぼ10程度の実効比誘電率を有する窒化珪素で構成され、圧電基板200上に形成された(図10(b)参照)薄膜である。誘電体薄膜204は、スパッタ法を利用して形成されている。

【0115】接続電極283は、誘電体薄膜204の上に形成された線路形状をもつ電極であり、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。

【0116】接続電極284は、接続電極283と同様、誘電体薄膜204の上に形成された線路形状をもつ電極であり、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。

【0117】接続電極292は、接続電極283と同様、誘電体薄膜204の上に形成された線路形状をもつ電極であり、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。

【0118】平衡型端子パッド電極263～264は、ワイヤ実装またはフェースダウン実装時の取り出し電極である。

【0119】不平衡型端子パッド電極272は、平衡型端子パッド電極263～264と同様、ワイヤ実装またはフェースダウン実装時の取り出し電極である。

【0120】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態2の弾性表面波フィルタと同様な動作を行う。

【0121】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、接続電極283～284、292、平衡型端子パッド電極263～264、不平衡型端子パッド電極272などの下にある部分に誘電体薄膜204が形成されることで接続電極283～284、292、平衡型端子パッド電極263～264、不平衡型端子パッド電極272による容量成分が低減されており、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと同様、良好なバランス特性を有する。

【0122】（実施の形態5）はじめに、図12（a）～（b）を参照しながら、本実施の形態の弾性表面波フィルタの構成について説明する。なお、図12（a）は本発明にかかる実施の形態5の弾性表面波フィルタの平面図であり、図12（b）は本発明にかかる実施の形態5の弾性表面波フィルタのA-A'断面図である。

【0123】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図12（a）～（b）に示されているように、圧電基板200と、平衡型端子261～262に接続されるIDT電極210と、不平衡型端子271に接続されるIDT電極220と、不平衡型端子271に接続されるIDT電極230と、IDT電極210を平衡型端子261に接続するための接続電極281と、IDT電極210を平衡型端子262に接続するための接続電極282と、IDT電極220、230を不平衡型端子271に接続するための接続電極291と、IDT電極210、220、230、接続電極281～282、291と圧電基板200との間に面形状に形成された誘電体薄膜205と、IDT電極210、220、230、接続電極281～282、291の上に面形状に形成された被覆誘電体薄膜206と、反射器電極240、250とを備えた縦モード型の弾性表面波フィルタである。

【0124】なお、被覆誘電体薄膜206は本発明の被覆誘電体薄膜に対応する。

【0125】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタ（図1（a）～（b）参照）と類似した構成を有している。

【0126】ただし、本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図12（b）に示されているように、IDT電極210、220、230、接続電極281～282、291の上に面形状に形成された被覆誘電体薄膜206を備えた構成を有する点を特徴としている。

【0127】誘電体薄膜205は、ほぼ10程度の実効比誘電率を有する窒化珪素で構成され、圧電基板200上に面形状に形成された（図12（b）参照）薄膜であ

る。誘電体薄膜205は、スパッタ法を利用して形成されている。

【0128】被覆誘電体薄膜206は、ほぼ10程度の実効比誘電率を有する窒化珪素で構成され、IDT電極210、220、230、接続電極281～282、291の上に面形状に形成された（図12（b）参照）薄膜である。被覆誘電体薄膜206は、スパッタ法を利用して形成されている。

【0129】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと同様な動作を行う。

【0130】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、IDT電極210、220、230、接続電極281～282、291の上にある部分にも被覆誘電体薄膜206が形成されているため、パッシベーションの作用を有する。

【0131】（実施の形態6）はじめに、図13を参照しながら、本実施の形態の弾性表面波フィルタの構成について説明する。なお、図13は本発明にかかる実施の形態6の弾性表面波フィルタの平面図である。

【0132】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図13に示されているように、圧電基板200と、不平衡型端子265に接続されるIDT電極211と、平衡型端子273に接続されるIDT電極221と、平衡型端子274に接続されるIDT電極231と、IDT電極211を不平衡型端子265に接続するための接続電極285と、IDT電極221を平衡型端子273に接続するための接続電極293と、IDT電極231を平衡型端子274に接続するための接続電極294と、IDT電極211、221、231、接続電極285、293～294と圧電基板200との間に面形状に形成された誘電体薄膜201と、反射器電極240、250とを備えた縦モード型の弾性表面波フィルタである。

【0133】なお、IDT電極211は本発明の第二のIDT電極に対応し、IDT電極221、231は本発明の第一のIDT電極に対応し、接続電極285は本発明の第二の接続電極に対応し、接続電極293～294は本発明の第一の接続電極に対応する。また、平衡型端子273～274は本発明の平衡型端子に対応し、不平衡型端子265は本発明の不平衡型端子に対応する。

【0134】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタ（図1（a）～（b）参照）と類似した構成を有している。

【0135】ただし、本実施の形態の弾性表面波フィルタは、不平衡型端子265に接続されるIDT電極211と、平衡型端子273に接続されるIDT電極221と、平衡型端子274に接続されるIDT電極231と、IDT電極211を不平衡型端子265に接続するための接続電極285と、IDT電極221を平衡型端子273に接続するための接続電極293と、IDT電

極231を平衡型端子274に接続するための接続電極294とを備えた構成を有する点を特徴としている。

【0136】IDT電極211は、誘電体薄膜201の上に形成された櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極211の上部バスバー部分は接続電極285によって平衡型端子265に接続されており、IDT電極211の下部バスバー部分は接地されている。

【0137】IDT電極221は、IDT電極211と類似した構成を有しており、誘電体薄膜201の上に形成された櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極221の上部バスバー部分は接地されており、IDT電極221の下部バスバー部分は接続電極293によって平衡型端子273に接続されている。

【0138】IDT電極231は、IDT電極221と類似した構成を有しており、誘電体薄膜201の上に形成された櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極231の上部バスバー部分は接地されており、IDT電極231の下部バスバー部分は接続電極294によって平衡型端子274に接続されている。

【0139】接続電極285、293～294は、誘電体薄膜201の上に形成された電氣的接続を与えるための電極である。

【0140】平衡型端子273～274は、たとえば増幅器などの平衡型の機器（図示省略）に対する接続を行うために利用される端子である。

【0141】不平衡型端子265は、たとえばスイッチなどの不平衡型の機器（図示省略）に対する接続を行うために利用される端子である。

【0142】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと同様な動作を行う。

【0143】本実施の形態の弾性表面波フィルタのバランス特性は、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタのバランス特性と同様に良好である。

【0144】（実施の形態7）はじめに、図14を参照しながら、本実施の形態の弾性表面波フィルタの構成について説明する。なお、図14は本発明にかかる実施の形態7の弾性表面波フィルタの平面図である。

【0145】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図14に示されているように、圧電基板200と、平衡型端子261～262に接続されるIDT電極210と、平衡型端子275～276に接続されるIDT電極222と、平衡型端子275～276に接続されるIDT電極232と、IDT電極210を平衡型端子261に接

続するための接続電極281と、IDT電極210を平衡型端子262に接続するための接続電極282と、IDT電極222、232を平衡型端子275に接続するための接続電極295と、IDT電極222、232を平衡型端子276に接続するための接続電極296と、IDT電極210、222、232、接続電極281～282、295～296と圧電基板200との間に面形状に形成された誘電体薄膜201と、反射器電極240、250とを備えた縦モード型の弾性表面波フィルタである。

【0146】なお、IDT電極222、232は本発明の第二のIDT電極に対応し、接続電極295～296は本発明の第二の接続電極に対応する。また、平衡型端子275～276は本発明の平衡型端子に対応する。

【0147】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタ（図1（a）～（b）参照）と類似した構成を有している。

【0148】ただし、本実施の形態の弾性表面波フィルタは、平衡型端子275～276に接続されるIDT電極222と、平衡型端子275～276に接続されるIDT電極232と、IDT電極222、232を平衡型端子275に接続するための接続電極295と、IDT電極222、232を平衡型端子276に接続するための接続電極296とを備えた構成を有する点を特徴としている。

【0149】IDT電極222は、IDT電極210と類似した構成を有しており、誘電体薄膜201の上に形成された櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極222の上部バスバー部分は接続電極295によって平衡型端子275に接続されており、IDT電極222の下部バスバー部分は接続電極296によって平衡型端子276に接続されている。

【0150】IDT電極232は、IDT電極222と類似した構成を有しており、誘電体薄膜201の上に形成された櫛歯形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極232の上部バスバー部分は接続電極295によって平衡型端子275に接続されており、IDT電極232の下部バスバー部分は接続電極296によって平衡型端子276に接続されている。

【0151】接続電極295～296は、誘電体薄膜201の上に形成された電氣的接続を与えるための電極である。

【0152】平衡型端子275～276は、たとえば増幅器などの平衡型の機器（図示省略）に対する接続を行うために利用される端子である。

【0153】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと同様な動作を行う。

【0154】本実施の形態の弾性表面波フィルタのバランス特性は、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタのバランス特性と同様に良好である。

【0155】（実施の形態8）はじめに、図15を参照しながら、本実施の形態の弾性表面波フィルタの構成について説明する。なお、図15は本発明にかかる実施の形態8の弾性表面波フィルタの平面図である。

【0156】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、図15に示されているように、圧電基板200と、平衡型端子261～262に接続されるIDT電極210と、平衡型端子277に接続されるIDT電極223と、平衡型端子278に接続されるIDT電極233と、IDT電極210を平衡型端子261に接続するための接続電極281と、IDT電極210を平衡型端子262に接続するための接続電極282と、IDT電極223を平衡型端子277に接続するための接続電極297と、IDT電極233を平衡型端子278に接続するための接続電極298と、IDT電極210、223、233、接続電極281～282、297～298と圧電基板200との間に面形状に形成された誘電体薄膜201と、反射器電極240、250とを備えた縦モード型の弾性表面波フィルタである。

【0157】なお、IDT電極223、233は本発明の第二のIDT電極に対応し、接続電極297～298は本発明の第二の接続電極に対応する。また、平衡型端子277～278は本発明の平衡型端子に対応する。

【0158】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタ（図1（a）～（b）参照）と類似した構成を有している。

【0159】ただし、本実施の形態の弾性表面波フィルタは、平衡型端子277に接続されるIDT電極223と、平衡型端子278に接続されるIDT電極233と、IDT電極223を平衡型端子277に接続するための接続電極297と、IDT電極233を平衡型端子278に接続するための接続電極298とを備えた構成を有する点を特徴としている。

【0160】IDT電極223は、IDT電極210と類似した構成を有しており、誘電体薄膜201の上に形成された歯状形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極223の上部バスバー部分は接続電極297によって平衡型端子277に接続されており、IDT電極223の下部バスバー部分は接地されている。

【0161】IDT電極233は、IDT電極223と類似した構成を有しており、誘電体薄膜201の上に形成された歯状形状をもつ電極指を複数本有している。これらの電極指は、抵抗が小さいアルミ合金の金属薄膜で構成されている。IDT電極233の上部バスバー部分は接続電極298によって平衡型端子278に接続され

ており、IDT電極233の下部バスバー部分は接地されている。

【0162】接続電極297～298は、誘電体薄膜201の上に形成された電氣的接続を与えるための電極である。

【0163】平衡型端子277～278は、たとえば増幅器などの平衡型の機器（図示省略）に対する接続を行うために利用される端子である。

【0164】本実施の形態の弾性表面波フィルタは、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと同様な動作を行う。

【0165】本実施の形態の弾性表面波フィルタのバランス特性は、上述した実施の形態1の弾性表面波フィルタのバランス特性と同様に良好である。

【0166】（実施の形態9）はじめに、本発明の実施の形態9の通信装置の構成図である図16を主として参照しながら、本実施の形態の通信装置の構成について説明する。

【0167】本実施の形態の通信装置は、送信を行うための送信回路1001と、受信を行うための受信回路1008と、送信に利用すべき送信信号に対してフィルタリングを行うための弾性表面波フィルタ1003と、受信に利用すべき受信信号に対してフィルタリングを行うための弾性表面波フィルタ1006とを備えている。

【0168】なお、送信回路1001および受信回路1008を含む手段は本発明の送信・受信手段に対応し、送信増幅器1002、受信増幅器1007は本発明の平衡型半導体に対応し、弾性表面波フィルタ1003、1006は本発明の弾性表面波フィルタに対応する。また、送信増幅器1002、受信増幅器1007、および弾性表面波フィルタ1003、1006を含む手段は、本発明の平衡型回路に対応する。

【0169】送信回路1001は、送信増幅器1002、弾性表面波フィルタ1003、スイッチ1004を介してアンテナ1005から送信信号を送信するための回路である。

【0170】受信回路1008は、アンテナ1005より受信された受信信号をスイッチ1004、弾性表面波フィルタ1006、受信増幅器1007を介して入力するための回路である。

【0171】送信増幅器1002は、送信に利用されるべき送信信号に対して増幅処理を行うための平衡型の高出力増幅器である。

【0172】受信増幅器1007は、受信に利用されるべき受信信号に対して増幅処理を行うための平衡型の低雑音増幅器である。

【0173】弾性表面波フィルタ1003は、前述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと類似した構成を有する送信フィルタである。弾性表面波フィルタ1003は、平衡型の送信増幅器1002と不平衡型のスイッチ

1004とを接続するための平衡型端子および不平衡型端子を有している。

【0174】弾性表面波フィルタ1006は、前述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと類似した構成を有する受信フィルタである。弾性表面波フィルタ1006は、平衡型の受信増幅器1007と不平衡型のスイッチ1004とを接続するための平衡型端子および不平衡型端子を有している。

【0175】つぎに、本実施の形態の通信装置の動作について説明する。

【0176】受信を行う場合についても同じことであるので、送信を行う場合の送信動作について説明する。

【0177】送信回路1001は、送信すべき送信信号を送信増幅器1002に対して出力する。

【0178】送信増幅器1002は、送信回路1001によって出力された送信信号を入力して増幅し、その増幅した送信信号を弾性表面波フィルタ1003に対して出力する。

【0179】弾性表面波フィルタ1003は、送信増幅器1002によって出力された増幅後の送信信号を平衡型端子より入力してフィルタリングし、そのフィルタリングした送信信号をスイッチ1004に対して不平衡型端子より出力する。

【0180】スイッチ1004は、弾性表面波フィルタ1003によって出力されたフィルタリング後の送信信号を入力し、その送信信号をアンテナ1005から無線送信する。

【0181】弾性表面波フィルタ1003は前述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと類似した構成を有しており、良好なバランス特性を確保することが可能となつて、本実施の形態の通信装置は高性能な送信動作を実現することができる。

【0182】もちろん、弾性表面波フィルタ1006も前述した実施の形態1の弾性表面波フィルタと類似した構成を有するゆえ、本実施の形態の通信装置は同様の理由で高性能な受信動作を実現することもできる。

【0183】以上においては、本実施の形態1〜9について詳細に説明した。

【0184】なお、本発明の第一のIDT電極は、上述した本実施の形態においては、一個または二個であったが、これに限らず、三個以上であってもよい。

【0185】また、本発明の第二のIDT電極は、上述した本実施の形態においては、一個または二個であったが、これに限らず、三個以上であってもよい。

【0186】たとえば、第一のIDT電極を二個、第二のIDT電極を三個（または、第一のIDT電極を三個、第二のIDT電極を二個）とすれば、五電極の縦モード型の弾性表面波フィルタを構成することができる。

【0187】また、本発明の第一のIDT電極は、上述した本実施の形態においては、アルミ合金で形成された

櫛歯形状をもつ電極指を複数本有していた。しかし、これに限らず、本発明の第一のIDT電極は、たとえばCu、Al、Au、Al-Cu合金などで形成された櫛歯形状をもつ電極指を複数本有していてもよい。

【0188】また、本発明の第二のIDT電極は、上述した本実施の形態においては、アルミ合金で形成された櫛歯形状をもつ電極指を複数本有していた。しかし、これに限らず、本発明の第二のIDT電極は、たとえばCu、Al、Au、Al-Cu合金などで形成された櫛歯形状をもつ電極指を複数本有していてもよい。

【0189】もちろん、これらの複数本の櫛歯形状をもつ電極指は、電極指が一本ずつ交互に配置された形状のシングル電極を形成していてもよいし、電極指が二本ずつ交互に配置された形状のダブル電極を形成していてもよい。もちろん、いわゆる間引きやアボタイズなどの重み付けが利用されていてもよい。

【0190】また、本発明の誘電体薄膜は、上述した本実施の形態においては、窒化珪素を利用して構成されていた。しかし、これに限らず、本発明の誘電体薄膜は、たとえば、酸化珪素(SiO)などを利用して構成されていてもよい。

【0191】また、本発明の被覆誘電体薄膜は、上述した本実施の形態においては、窒化珪素を利用して構成されていた。しかし、これに限らず、本発明の被覆誘電体薄膜は、たとえば、酸化珪素(SiO)などを利用して構成されていてもよい。

【0192】もちろん、誘電体薄膜と被覆誘電体薄膜とは、上述した本実施の形態においては、同一の物質を利用して構成されていたが、これに限らず、同一の物質を利用して構成されていなくてもよい。たとえば、誘電体薄膜205(図12(b)参照)が窒化珪素を利用して構成されており、被覆誘電体薄膜206(図12(b)参照)が酸化珪素を利用して構成されていてもよい。

【0193】また、窒化アルミニウム(AlN)や酸化鉛(ZnO)などのように圧電性を有する薄膜を利用し、圧電基板の実効比誘電率よりも小さい実効比誘電率を有する誘電体薄膜を形成してもよい。

【0194】また、本発明の圧電基板は、上述した本実施の形態においては、タンタル酸リチウムを利用して構成されていた。しかし、これに限らず、本発明の基板は、たとえば、ニオブ酸リチウム(LiNbO₃)、ニオブ酸カリウム(KNbO₃)などを利用して構成されていてもよい。

【0195】また、本発明の弾性表面波フィルタは、上述した本実施の形態においては、縦モード型であったが、これに限らず、たとえば、複数個の共振器(図6(a)〜(b)参照)が、(1)梯子型に接続されたラダー型や、(2)格子型に接続されたラティス型であってもよい。

【0196】また、本発明の平衡型半導体は、上述した

本実施の形態においては、平衡型の増幅器であったが、これに限らず、たとえば、平衡型の混合器であってもよい。

【0197】

【発明の効果】以上述べたところから明らかなように、本発明は、弾性表面波フィルタにおいてより良好なバランス特性を得ることができるという長所を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a) 本発明にかかる実施の形態1の弾性表面波フィルタの平面図である。

(b) 本発明にかかる実施の形態1の弾性表面波フィルタのA-A'断面図である。

【図2】(a) 本発明にかかる実施の形態1の弾性表面波フィルタの周波数と通過特性との関係の説明図である。

(b) 本発明にかかる実施の形態1の弾性表面波フィルタの周波数と振幅バランス特性との関係の説明図である。

(c) 本発明にかかる実施の形態1の弾性表面波フィルタの周波数と位相バランス特性との関係の説明図である。

【図3】本発明にかかる実施の形態1の、寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の発生を仮定した弾性表面波フィルタの平面図である。

【図4】(a) 本発明にかかる実施の形態1の、寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の発生を仮定した弾性表面波フィルタの周波数と振幅バランス特性との関係の説明図(寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}=0.1\text{pF}$ である場合)である。

(b) 本発明にかかる実施の形態1の、寄生容量 C_{p1} 、 C_{p2} の発生を仮定した弾性表面波フィルタの周波数と位相バランス特性との関係の説明図(寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}=0.1\text{pF}$ である場合)である。

【図5】(a) 本発明にかかる実施の形態1の、寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}$ と振幅バランス特性の最大値および最小値との関係の説明図である。

(b) 本発明にかかる実施の形態1の、寄生容量 $C_{p1}=C_{p2}$ と位相バランス特性の最大値および最小値との関係の説明図である。

【図6】(a) 本発明にかかる実施の形態1の共振器の平面図である。

(b) 本発明にかかる実施の形態1の共振器のA-A'断面図である。

【図7】本発明にかかる実施の形態1の共振器の膜厚と規格化容量との関係の説明図である。

【図8】本発明にかかる実施の形態2の弾性表面波フィルタの平面図である。

【図9】本発明にかかる実施の形態2の弾性表面波フィルタの部分拡大断面図である。

【図10】(a) 本発明にかかる実施の形態3の弾性表面波フィルタの平面図である。

(b) 本発明にかかる実施の形態3の弾性表面波フィルタのA-A'断面図である。

【図11】(a) 本発明にかかる実施の形態4の弾性表面波フィルタの平面図である。

(b) 本発明にかかる実施の形態4の弾性表面波フィルタのA-A'断面図である。

【図12】(a) 本発明にかかる実施の形態5の弾性表面波フィルタの平面図である。

(b) 本発明にかかる実施の形態5の弾性表面波フィルタのA-A'断面図である。

【図13】本発明にかかる実施の形態6の弾性表面波フィルタの平面図である。

【図14】本発明にかかる実施の形態7の弾性表面波フィルタの平面図である。

【図15】本発明にかかる実施の形態8の弾性表面波フィルタの平面図である。

【図16】本発明の実施の形態9の通信装置の構成図である。

【図17】(a) 従来の弾性表面波フィルタの平面図である。

(b) 従来の弾性表面波フィルタのA-A'断面図である。

【図18】(a) 従来の弾性表面波フィルタの周波数と通過特性との関係の説明図である。

(b) 従来の弾性表面波フィルタの周波数と振幅バランス特性との関係の説明図である。

(c) 従来の弾性表面波フィルタの周波数と位相バランス特性との関係の説明図である。

【図19】本発明にかかる実施の形態1の、電極E1、E2と基板Sとの間に薄膜Fが形成された場合の寄生容量の説明図である。

【図20】本発明にかかる実施の形態1の、電極E1、E2と基板Sとの間に薄膜Fが形成されない場合の寄生容量の説明図である。

【符号の説明】

200 圧電基板

201 誘電体薄膜

210, 220, 230 IDT電極

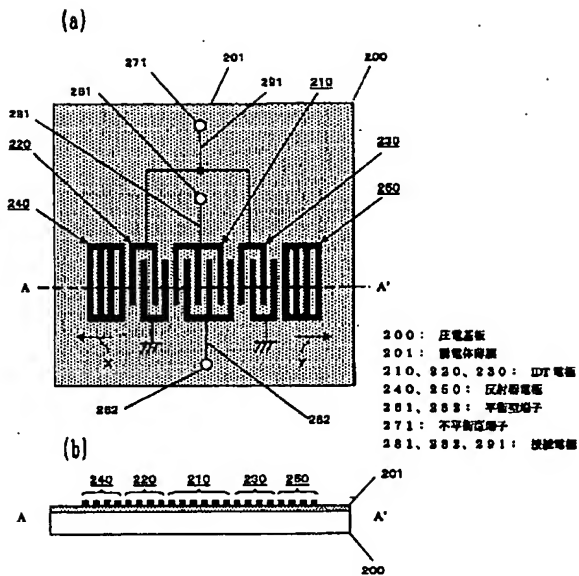
240, 250 反射器電極

261~262 平衡型端子

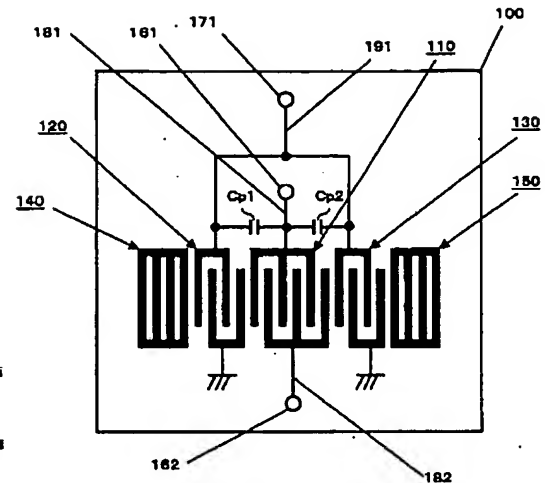
271 不平衡型端子

281~282, 291 接続電極

【図1】

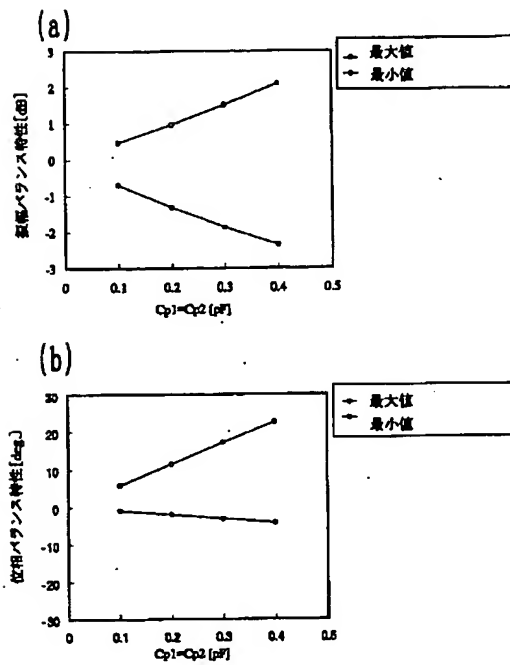


【図3】

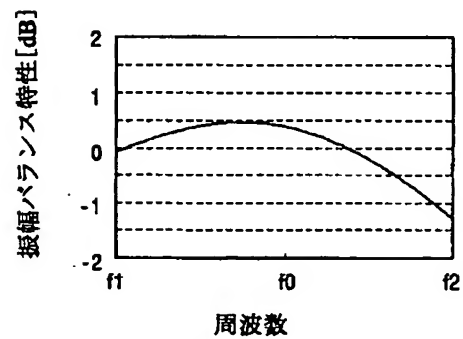


【図4】

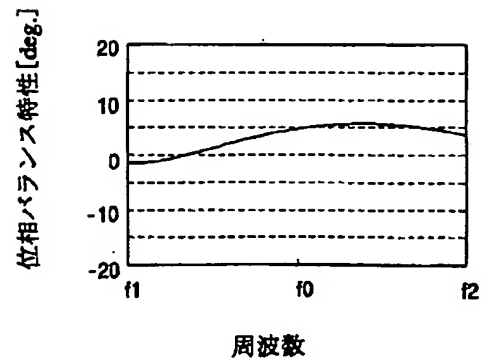
【図5】



(a)

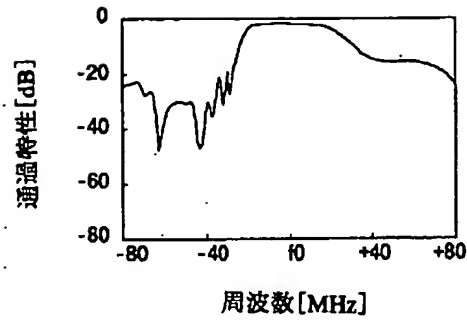


(b)

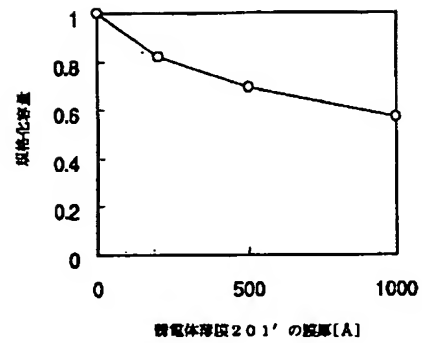


【図2】

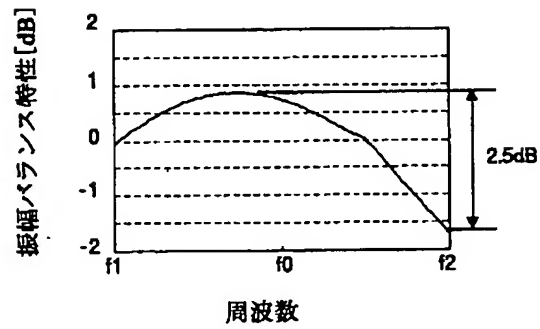
(a)



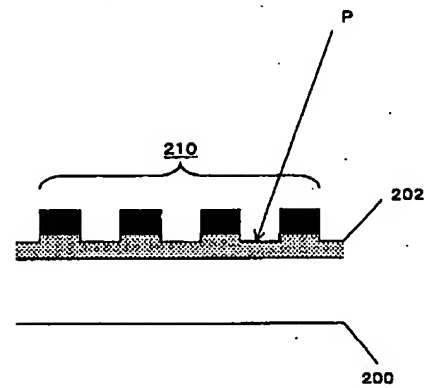
【図7】



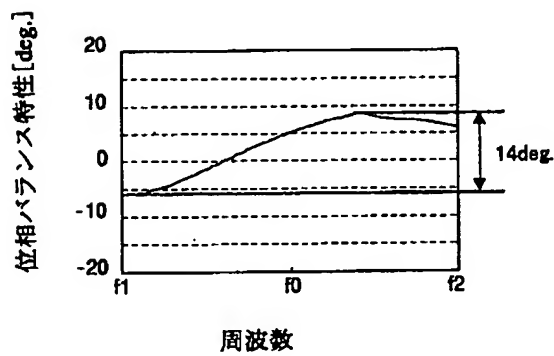
(b)



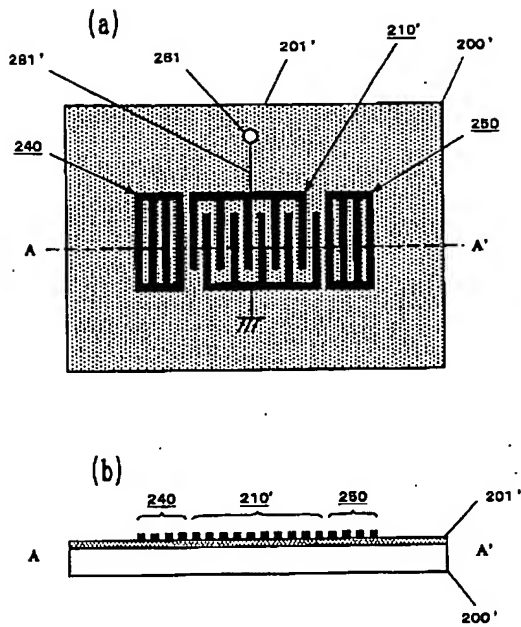
【図9】



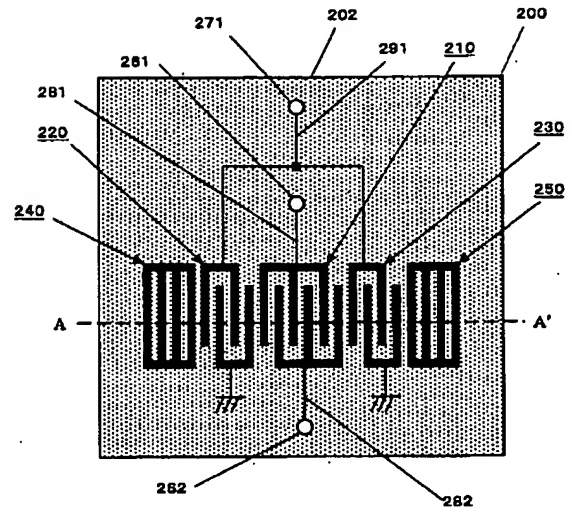
(c)



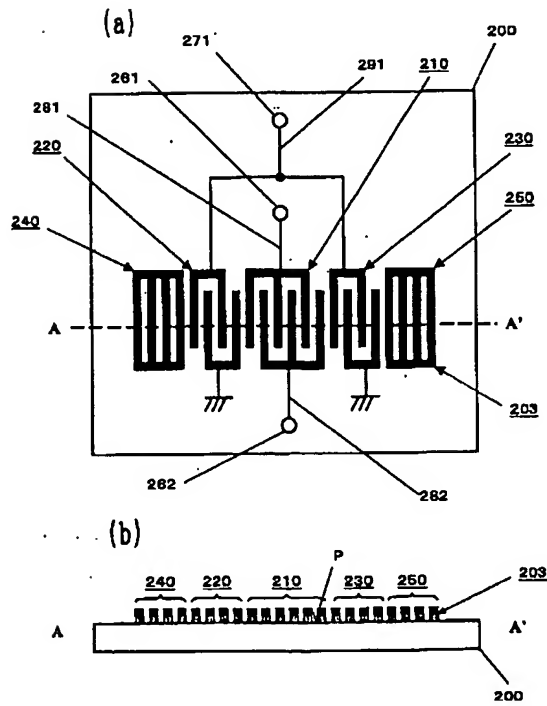
【図6】



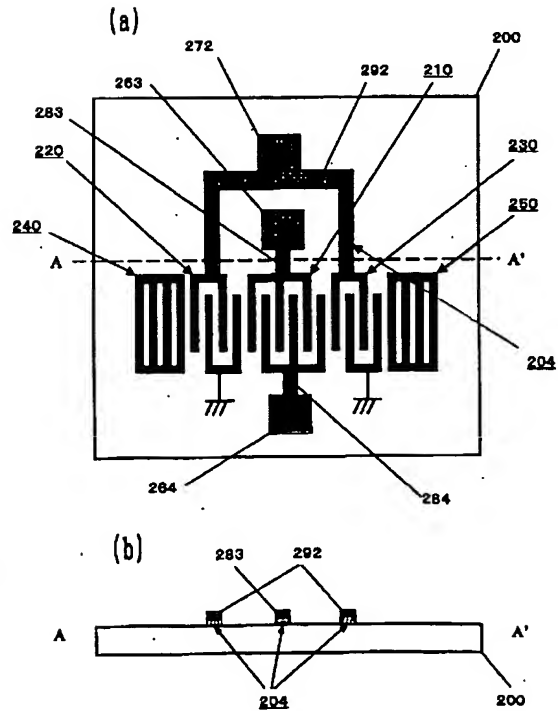
【図8】



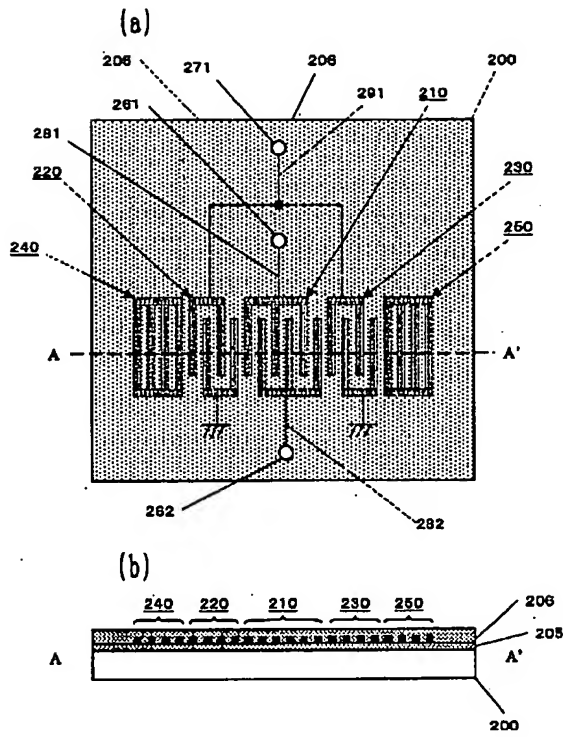
【図10】



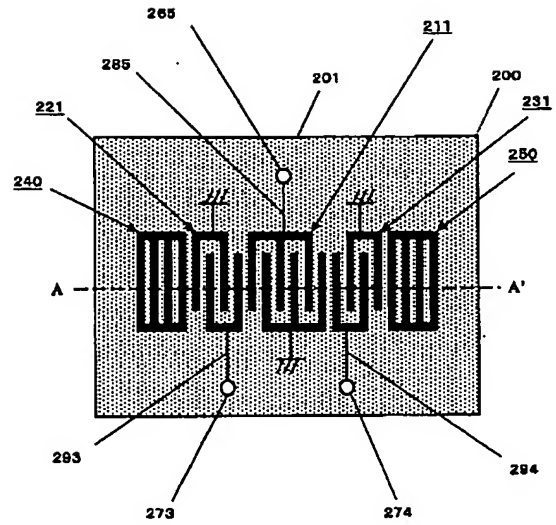
【図11】



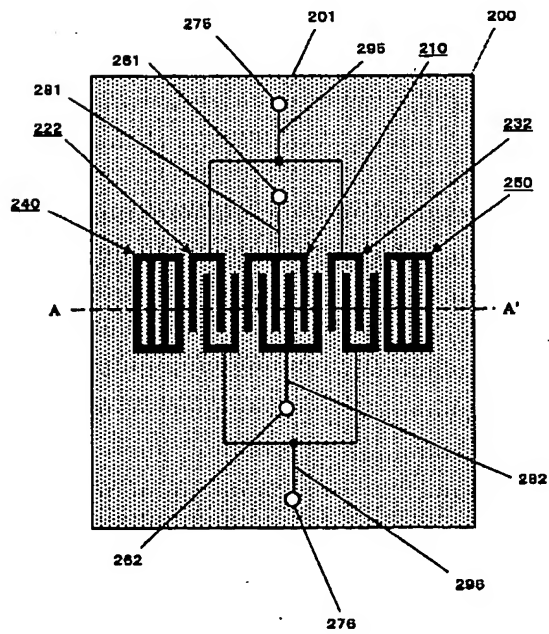
【図12】



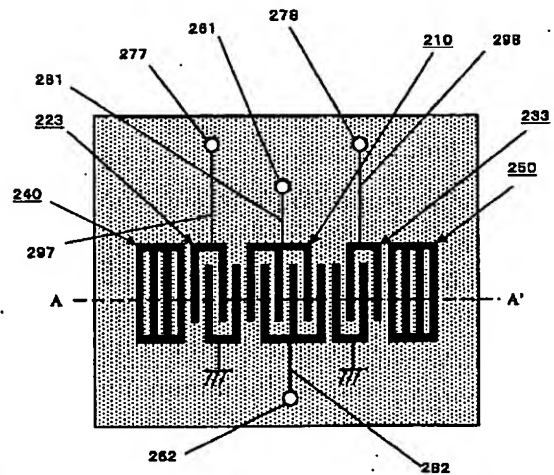
【図13】



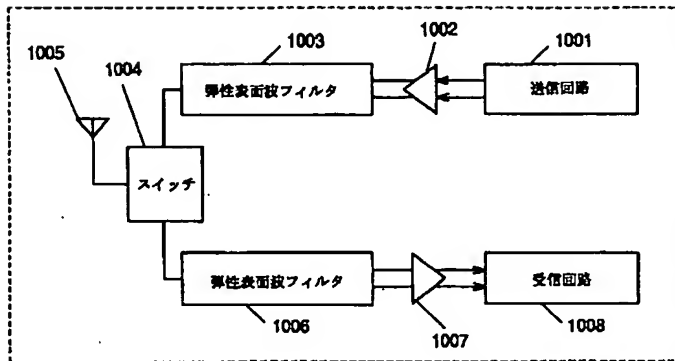
【図14】



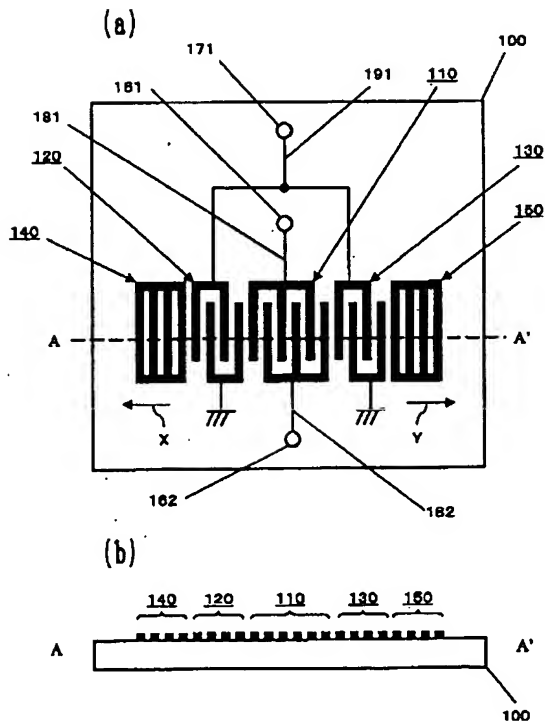
【図15】



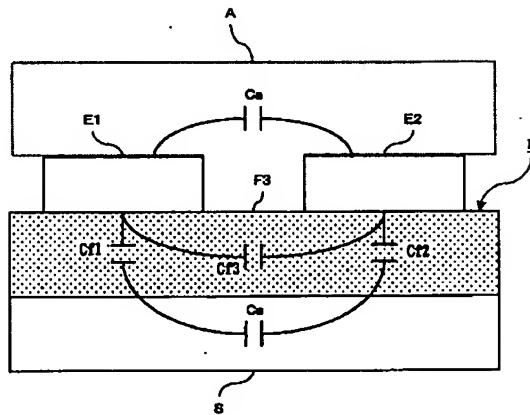
【図16】



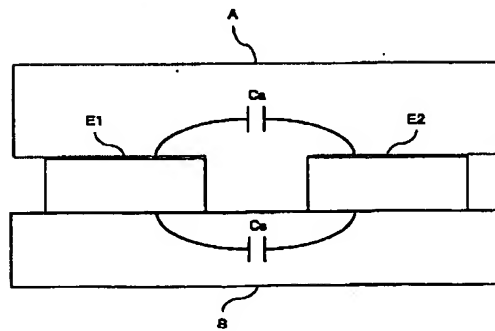
【図17】



【図19】

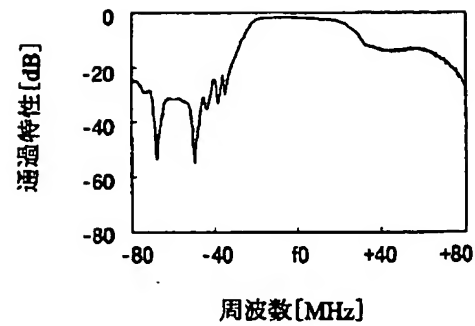


【図20】

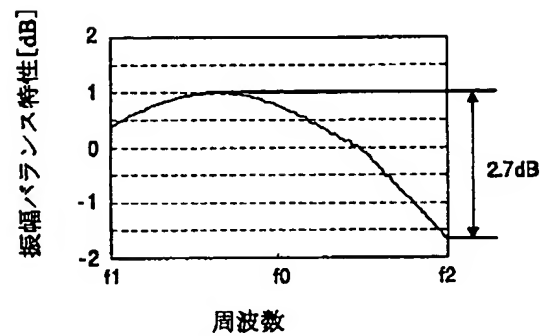


【図18】

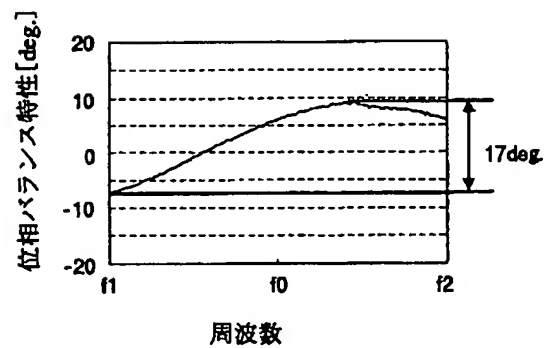
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

(72)発明者 井上 孝

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 5J097 AA12 BB03 BB11 DD29 KK04

KK09

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.